



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

Generación de modelos paramétricos para la  
visualización de recetas en el entorno de la cocina  
del futuro.

Generation of parametric models for the  
visualization of recipes in the kitchen of the future  
environment.

Autora

Raquel Navarro Miguel

Director

Diego Gutiérrez Pérez

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
2021

Este TFM surge de la propuesta de la empresa BSH a diferentes grupos de investigación para desarrollar lo que será la cocina del futuro. Uno de los intereses de BSH es la representación de recetas, por lo que se propuso una mejora en la experiencia del usuario en el entorno de la cocina.

El objetivo principal de este proyecto era estudiar nuevas formas de visualización de recetas, generando modelos tridimensionales interactivos, permitiéndole al usuario visualizar la apariencia final del plato según los parámetros que él mismo determina (ver Figura 1).

El proyecto se ha dividido en 4 fases y ha ocupado 15 semanas en total.

La primera fase consistía en investigar y analizar necesidades tanto del mercado como de los usuarios.

Posteriormente, ya en la segunda fase, se propusieron conceptos y se seleccionó el que se iba a desarrollar.

En la tercera fase, la cual fue la más prolongada en el tiempo, se desarrolló tanto el modelo 3D paramétrico como la aplicación móvil en la que se iba a mostrar.

Por último, en la fase de evaluación, se realizó un test de usuario y posteriormente se plantearon las posibles mejoras.

El resultado ha sido un sistema de visualización que se basa en sustituir una imagen estática por un modelo paramétrico que refleja las modificaciones que realiza el usuario en la receta que muestra la aplicación.

Al ser un proyecto que se plantea dentro del marco de la cocina del futuro se entiende que su aplicación al mercado no sería inmediata sino que necesitará de la mejora e incorporación de otras disciplinas para completar esta tecnología.

Esta memoria se ha planteado de tal forma que se pueda seguir una metodología similar si lo que se pretende es obtener un modelo 3D con unas características paramétricas similares a las de el generado en este TFM. Además, se ha habilitado una carpeta de Google Drive que contiene todo lo necesario para poder hacer un seguimiento de cada uno de los pasos.

Este proyecto supone un primer paso en lo que se prevé que será una línea de investigación. Por lo tanto, se trata de un primer acercamiento a lo que en un futuro será un sistema de visualización mucho más completo y mejorado.



**Figura 1.** Modelo paramétrico final.

## TABLA DE CONTENIDOS

Introducción .....	4
Fase 1: Investigación y descripción de necesidades .....	6
Fase 2: Propuesta y selección de conceptos .....	13
Fase 3: Ejecución y desarrollo del concepto seleccionado .....	17
Fase 4: Evaluación y propuesta de mejoras .....	23
Conclusiones .....	26
Bibliografía .....	28

## INTRODUCCIÓN

BSH propuso a diferentes grupos de investigación el reto de desarrollar lo que será la cocina del futuro. En el caso del grupo de investigación Graphics and Imaging Lab de la Universidad de Zaragoza, lo que se propuso fue la visualización de datos durante el cocinado de una receta. Uno de los intereses de BSH es la representación de recetas, por lo que para este proyecto se propuso una mejora en la experiencia del usuario mediante la adaptación de estas recetas a las necesidades de cada individuo.

El alcance de este proyecto es realizar un sistema de visualización que tenga en cuenta los requisitos de los usuarios y sea capaz de cambiar la información visible para adaptarse a ellos. Este sistema servirá para una mejor comprensión por parte del espectador ya que en ocasiones resulta un tanto complicado entender e imaginar el aspecto final de una receta con los elementos, ingredientes o exigencias que tiene cada uno. Además de estas imágenes, se diseñará una app que permita mostrar la información de forma que los usuarios estén familiarizados con ella y sean capaces de entenderla.

Este TFM se centra en técnicas de informática gráfica que permiten representar digitalmente recetas. En la actualidad, las recetas se muestran generalmente por medio de fotografías, lo que en algunos casos no termina de adaptarse a los requerimientos de los usuarios, tal y como se verá en la fase de investigación, sobre todo en las encuestas a usuarios.

Uno de los propósitos de este documento es el de establecer una metodología que sirva para desarrollar este tipo de sistemas de visualización. Por eso, se ha puesto a disposición del lector diversos enlaces a carpetas de Google Drive que contienen todos los archivos necesarios para el correcto entendimiento del proyecto.

Al ser un proyecto a largo plazo este TFM trata de comenzar una nueva línea de investigación sobre representación de recetas mediante imágenes generadas por ordenador. Por lo tanto, este trabajo sirve como primer paso en lo que será un proyecto con más desarrollo a lo largo del tiempo.

## METODOLOGÍA

En primer lugar se realizó un análisis de las necesidades existentes en el ámbito de la cocina, tanto actuales como futuras, esta investigación se realizó mediante publicaciones científicas y páginas web especializadas en el tema; además de contar con la participación de varios usuarios para la realización de entrevistas.

Junto con BSH, se estudiaron diferentes aplicaciones de *software* y se evaluó cuál era la más adecuada para la realización de los modelos paramétricos. Posteriormente se plantearon diversos conceptos sobre recetas y sus formas de visualización.

Tras seleccionar uno de los conceptos, se desarrolló hasta obtener un modelo que cumplió el objetivo propuesto. Este desarrollo fue la fase más prolongada debido a la gran inversión de tiempo que supuso generar un modelo que respondiese a todas las necesidades anteriormente establecidas.

Por último, se evaluó el resultado obtenido mediante test de usuario y se propusieron mejoras para futuras versiones más completas.

## PLANIFICACIÓN

Este proyecto se ha dividido en 4 fases, las cuales se muestran a continuación:

Semana 1	01-mar	02-mar	03-mar	04-mar	05-mar	06-mar	07-mar
Semana 2	08-mar	09-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar
Semana 3	15-mar	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar
Semana 4	22-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar
Semana 5	29-mar	30-mar	31-mar	01-abr	02-abr	03-abr	04-abr
Semana 6	05-abr	06-abr	07-abr	08-abr	09-abr	10-abr	11-abr
Semana 7	12-abr	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr
Semana 8	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr
Semana 9	26-abr	27-abr	28-abr	29-abr	30-abr	01-may	02-may
Semana 10	03-may	04-may	05-may	06-may	07-may	08-may	09-may
Semana 11	10-may	11-may	12-may	13-may	14-may	15-may	16-may
Semana 12	17-may	18-may	19-may	20-may	21-may	22-may	23-may
Semana 13	24-may	25-may	26-may	27-may	28-may	29-may	30-may
Semana 14	31-may	01-jun	02-jun	03-jun	04-jun	05-jun	06-jun
Semana 15	07-jun	08-jun	09-jun	10-jun	11-jun	12-jun	13-jun
Semana 16	14-jun	15-jun	16-jun	17-jun	18-jun	19-jun	20-jun
Semana 17	21-jun	22-jun	23-jun	24-jun	25-jun	26-jun	27-jun
Semana 18	28-jun	29-jun	30-jun	01-jul	02-jul	03-jul	04-jul
Semana 19	05-jul	06-jul	07-jul	08-jul	09-jul	10-jul	11-jul

Fase 1: Investigación y descripción de necesidades. Duración: 4 semanas.

Fase 2: Propuesta y selección de conceptos. Duración: 2 semanas.

Fase 3: Ejecución y desarrollo del concepto seleccionado. Duración: 6 semanas.

Fase 4: Evaluación y propuesta de mejoras. Duración: 3 semanas.

Entrega de la memoria del TFM

Presentación del TFM

El proyecto se ha desarrollado con total normalidad a lo largo del tiempo, ya que desde un primer momento se planteó la planificación y se establecieron fechas de entrega para cada una de las fases.

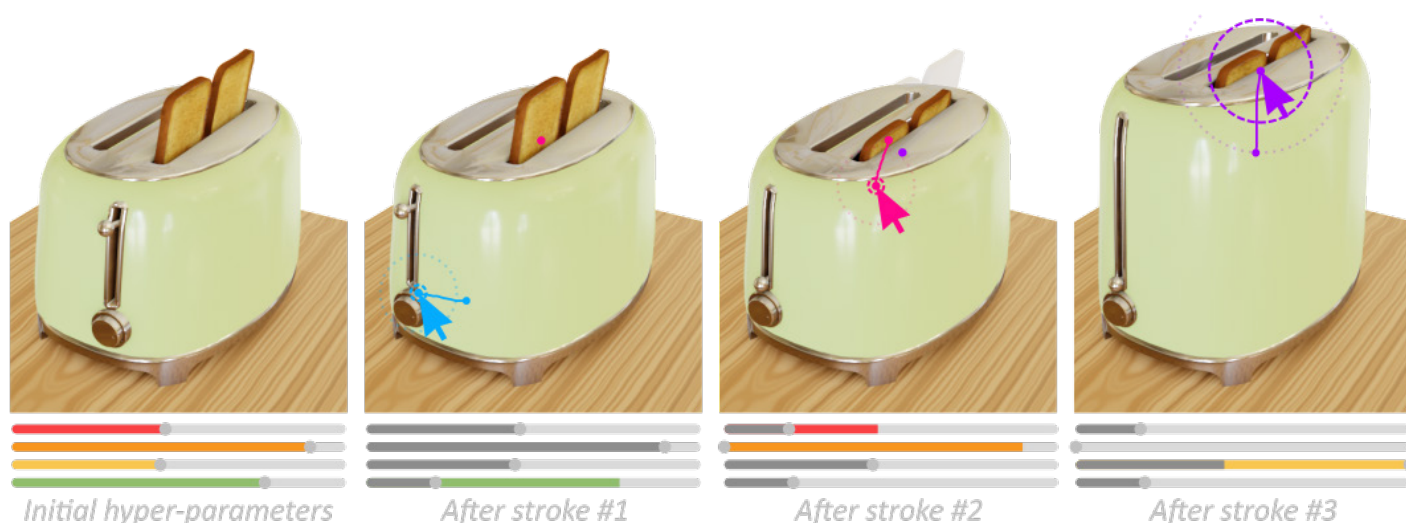
Al ser un proyecto en colaboración con BSH una vez al mes se les debía mostrar los avances generados desde la última reunión. Además de estas reuniones se realizaron reuniones semanales con el resto de miembros del grupo de investigación relacionados con este tema. Estas reuniones sirvieron para poder realizar un seguimiento del proyecto y así poder compartir ideas con el resto de compañeros de otras disciplinas.

Todas las reuniones se realizaron de forma telemática ya que se consideró que era lo más oportuno por la situación de pandemia. Pese a esto la comunicación fue muy clara y no supuso ningún tipo de inconveniente en el proyecto.

En la actualidad la democratización de tecnología fotográfica digital de calidad profesional junto con plataformas de fácil acceso para compartir imágenes ha visto una explosión en el uso social de la fotografía amateur. Una forma clave en la que la “comida digital” se está convirtiendo en una parte rutinaria de nuestra vida diaria es a través de la producción y circulación de imágenes gastronómicas de aficionados en línea (Gómez & Thornham, 2015; Murray, 2008).

Por otro lado, generaciones como los millennials recurren a sus teléfonos móviles en cada fase del cocinado, desde decidir qué receta cocinar, pasando por cocinarlo, hasta subir la foto a redes sociales (Lewis, 2018). Con esta incorporación del teléfono móvil en el entorno de la cocina surge la idea de mejorar la experiencia de los usuarios durante el cocinado de recetas pautadas mediante interfaces que son capaces de adaptarse a las necesidades de los usuarios.

Para poder desarrollar esta idea de generar elementos en la cocina que se adaptan a los usuarios se plantea el diseño de modelos paramétricos, ya que las formas paramétricas modelan objetos que producen una geometría basada en unos pocos grados de libertad semántica, llamados hiperparámetros (ver Figura 2). Estas formas son el resultado típico de modelado no destructivo, modelado CAD o *rigging* (Michel & Boubekeur, 2021).



**Figura 2.** Modelo paramétrico del artículo de Michel & Boubekeur (2021).

Hay estudios que sus resultados, aunque preliminares, muestran que los estímulos virtuales son tan efectivos como los reales y más eficaces que las imágenes estáticas. A diferencia de la exposición a fotografías o exposición en vivo, la Realidad Virtual y Aumentada ofrecen una buena experiencia de usuario, permitiendo un control estricto de las variables (Gorini, Griez, Petrova, & Riva, 2010).

Debido a esta tendencia que incorpora las nuevas tecnologías en el entorno de la cocina y la demanda de personalización por parte de los usuarios, este proyecto se enmarca dentro de la generación de un nuevo sistema de representación de recetas.

Durante el desarrollo del proyecto se tuvo en cuenta que las recetas se van a mostrar mediante tecnologías que actualmente están en pleno desarrollo o ni siquiera se han planteado. Por esto es importante analizar cuál es el estado actual de la representación de recetas, cuáles son las necesidades reales de los usuarios y cuáles son las tendencias que destacan en el mercado.

## ANÁLISIS DE FORMAS DE REPRESENTACIÓN DE RECETAS

En la actualidad la información que se muestra en una receta consta de diferentes elementos:

**Imagen de la receta:** Suele ser una fotografía del aspecto final del plato. En ocasiones se presenta en un entorno con los ingredientes y utensilios empleados durante el cocinado, en otras ocasiones el plato aparece sobre un fondo de color neutro.

**Número de comensales:** En algunas webs y apps es editable y hace que cambien las cantidades de los ingredientes.

**Listado de ingredientes y sus cantidades:** Por norma general es un listado en el que aparecen los ingredientes junto con las cantidades, éstas se indican siguiendo algún sistema de unidades o bien por cucharadas, tazas, etc.

**Utensilios necesarios para el cocinado:** Listado de utensilios y electrodomésticos que han de emplearse para la realización de la receta.

**Texto descriptivo de cada uno de los pasos de la receta:** En ocasiones es un paso a paso acompañado de imágenes, otras veces es un texto extenso que cuenta todo el proceso del cocinado de forma continua.

**Imágenes o vídeos del proceso:** Generalmente acompañan al texto ayudando así la comprensión por parte del usuario. Además, algunas webs y apps añaden vídeos explicativos de algunas técnicas que pueden llegar a tener cierta complejidad.

## ENTREVISTAS

Se realizó una entrevista a un pequeño grupo de control para tener una primera intuición de qué necesidades deberían cubrirse a medio plazo, y tenerlas en cuenta en la medida de lo posible en el prototipo actual. Estas entrevistas se realizaron de forma presencial e individual, para que así hubiese mejor comunicación con el entrevistado.

Para el correcto desarrollo de las entrevistas se siguió un guión con preguntas establecidas, pero permitiéndoles a los entrevistados que aportasen ideas en todo momento.

Para tener variedad de opiniones se buscó que los usuarios tuviesen perfiles distintos entre sí, siempre y cuando estuviesen en un rango de edad en el que pudiesen cocinar de forma autónoma y estuviesen familiarizados con el uso del teléfono móvil.

Las personas entrevistadas fueron las siguientes:

- |  |  |
|--|--|
| - Olga. Mujer. 62 años. Funcionaria.       | - Samuel. 26 años. Consultor de marketing. |
| - José Luis. 57 años. Jubilado.            | - Pedro. 36 años. Abogado.                 |
| - Emma. 42 años. Profesora de universidad. | - Álvaro. 22 años. Opositor.               |
| - Carmen. 23 años. Estudiante.             | - María. 23 años. Diseñadora industrial.   |
| - Javier. 27 años. Fotógrafo.              | - Lucía. 31 años. Profesora de instituto.  |



A continuación se muestran las preguntas que se hicieron en las entrevistas, como se puede observar estas preguntas están enfocadas al cocinado de recetas pautadas y su visualización en medios digitales.

- ¿Con qué frecuencia cocinas semanalmente?
- ¿Prefieres cocinar libremente o siguiendo una receta?
- ¿Has cocinado alguna vez siguiendo una receta pautada?
- ¿En qué medio consultas estas recetas? (Vídeos de Youtube, libros de cocina, apps de recetas...)
- ¿Hay algo que te guste especialmente del medio que usas para seguir la receta?
- ¿Por qué prefieres este medio y no otro?
- ¿Qué echas en falta cuando cocinas siguiendo una receta?
- ¿Te gustaría que se adaptasen las recetas a tus necesidades?
- ¿Cómo crees que se visualizarán las recetas en la cocina del futuro?

Además de estas preguntas se estableció una conversación distendida en la que los usuarios comunicaban sus sensaciones, experiencias y necesidades en el ámbito de la cocina. Algunas de las respuestas más destacables de los entrevistados fueron las siguientes:

“Yo lo que hago es mirar una receta en Internet, mejorarla cambiando cantidades e ingredientes y dejármelo por escrito en papel, si pudiese hacerlo directamente en la tablet sería mucho mejor.”

“Puede que las cantidades no correspondan a los utensilios que tu tienes.”

“Me gustaría ver en una tarta o lasaña como son las capas que lleva dentro.”

“Quiero poder ver propuestas de recetas y emplatados con las cosas que tengo en casa.”

“Hay veces que quito o sustituyo un ingrediente y luego la receta no se parece en nada a la de la foto.”

Por lo tanto, de esta encuesta podemos concluir que lo que más demandan los usuarios es una mayor personalización y adaptación a sus necesidades. En ocasiones estas necesidades van relacionadas con la forma de mostrar la información.

Otra de las preocupaciones de los entrevistados era la de poder modificar las recetas para sustituir algunos ingredientes por alimentos que tuviesen en la cocina.

Actualmente, tanto en los libros como en las apps, la información es estática. Esto puede llegar a generar confusiones, ya que por ejemplo, al cambiar el número de comensales el usuario tiene que calcular de nuevo las cantidades de los ingredientes, lo que resulta una tarea relativamente sencilla. Pero cuando se trata de imaginar el aspecto final de la receta con cambios en las cantidades y los ingredientes, la tarea ya resulta más complicada.



## TENDENCIAS Y NECESIDADES ACTUALES

Además de las necesidades planteadas por los usuarios se realizó un estudio de las necesidades actuales del mercado y las tendencias del sector, además se plantearon posibles aplicaciones de los mismos.

En el entorno de la alimentación, la incorporación de elementos 3D es algo que aún no está completamente establecido, pero en otros ámbitos como el *e-commerce* es muy común el uso de renders para la venta de productos. Esto se debe a que la inversión que se ha de realizar para generar un render es menor que la que supone hacer una sesión fotográfica profesional, teniendo en cuenta que para realizar una fotografía el producto ha tenido que ser fabricado y por lo tanto supone los costes de producción más los de la sesión; en cambio un render se puede realizar con un modelo 3D y por esto se emplea para campañas de *crowdfunding* o *start-ups* que necesitan hacer una preventa del producto antes de fabricarlo (Houston, 2020).

Pero cada vez son más los negocios relacionados con la alimentación que incorporan elementos interactivos (tanto bidimensionales como tridimensionales). La empresa Upcoming Media (<https://upcomingmedia.com>) se encarga de generar los elementos digitales necesarios para la mejora de la experiencia del usuario, como por ejemplo permite que los comensales de un restaurante puedan visualizar la carta mediante Realidad Aumentada (ver Figura 3 y Figura 4), indicando los ingredientes que contienen cada uno de los platos y qué aspecto tienen. Gracias a este tipo de tecnologías se le ofrece al usuario una experiencia innovadora y que mejora lo existente.

Una de las tecnologías que se pueden aplicar para mejorar estos elementos 3D es la Inteligencia Artificial, como la herramienta DALL·E (ver Figura 5) de OpenAI (<https://openai.com/blog/dall-e/>). Esta herramienta permite modificar varios campos de texto de una oración y da como resultado varias imágenes que responden a la frase generada (OpenAI, s.f.). La aplicación al entorno de la cocina podría servir como herramienta de interpretación de las recetas y modificaciones que hacen los usuarios para dar como resultado una imagen (fotografía o render) con los elementos correspondientes.

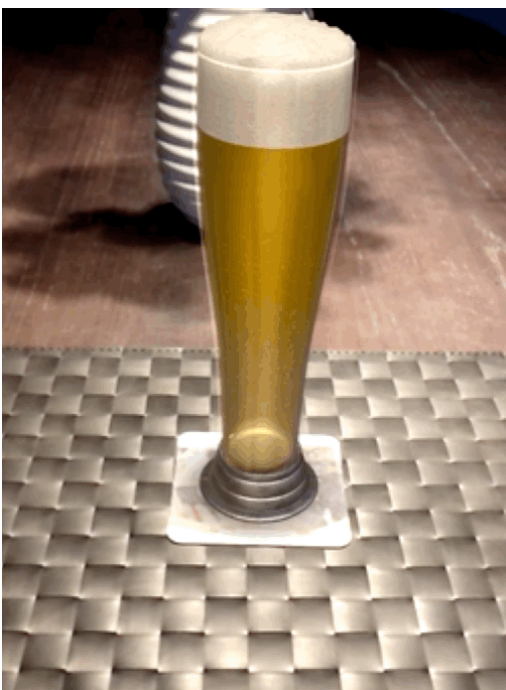


Figura 3. Cerveza en RA.



Figura 4. Desglose de plato en RA.

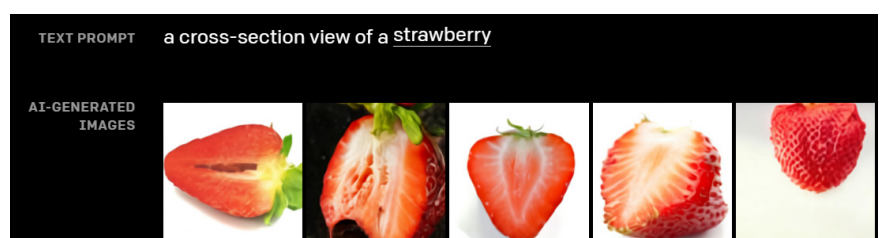


Figura 5. Imágenes generadas por Inteligencia Artificial.

En la actualidad, existen muchos tipos de modelado 3D. Al decidir qué tipo de modelado utilizar, se debe pensar resultado final al que se aspira. Si lo que se está modelando es una escena, seguramente se empleen varias técnicas. A continuación se enumeran las técnicas de modelado más empleadas (Selin, s.f.) (ver Figura 6).

### Modelado de cajas

Se comienza con algún objeto primitivo, como un cubo o una esfera, y se usan herramientas de modelado clásicas para crear una forma a partir de él.

### Nurbs y modelado de curvas

Se generan superficies curvas que se controlan en función de puntos de control. Empleado para crear superficies curvas muy suaves. Este tipo de modelado se utiliza principalmente en ingeniería y *software* similar al CAD.

### Fotogrametría

Esta técnica emplea diversas fotos que se le realizan a un objeto para poder construir una nube de puntos, posteriormente se genera un modelo 3D mallado y con textura.

### Modelado procedimental

Consiste en generar modelos mediante parámetros variables, lo cual dota al modelo 3D de infinitud de posibilidades.

### Modelado de polígonos

Es bastante similar al modelado de cajas. La diferencia aquí es que generalmente se comienza con un solo vértice o una forma simple.

### Escultura digital 3D

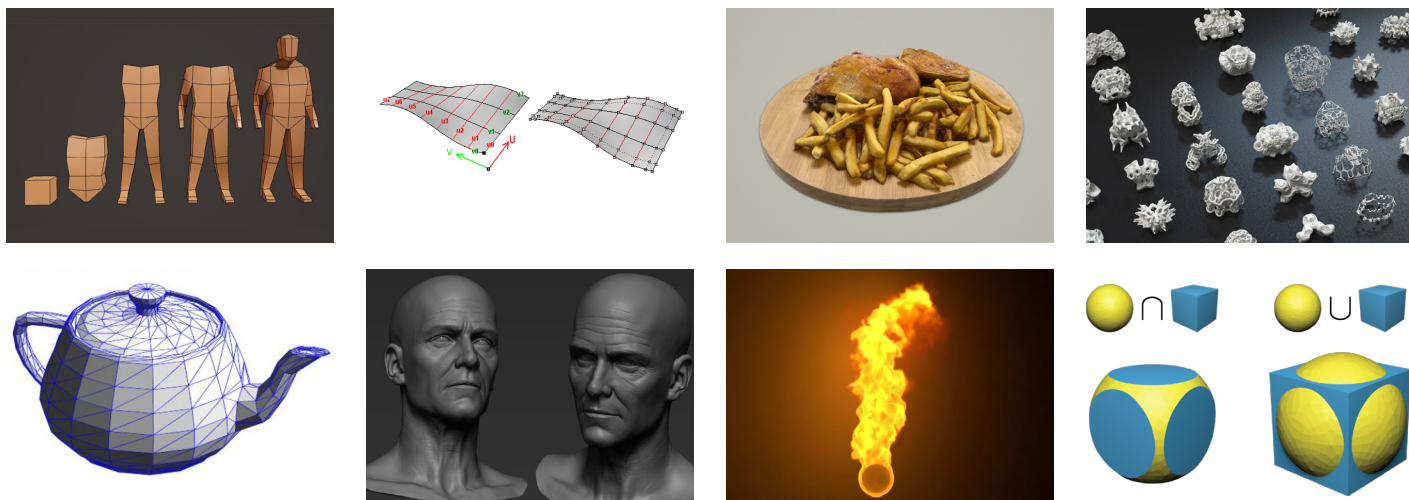
Generalmente consiste en la deformación y transformación de una malla mediante pinceles. Se esculpe como si de arcilla se tratase, por lo que se emplea para tareas más artísticas.

### Simulación

Existen simulaciones de fluidos, fuego, tela, partículas... La computadora calcula cómo se moverán las cosas y qué sucederá para cada cuadro para el que ejecutamos la simulación.

### Modelado booleano

Con el modelado booleano se comienza con un modelo y se sustrae o agrega otro objeto para crear una nueva forma. Esto está estrechamente relacionado con el modelado de cajas y, a menudo, se emplean las dos técnicas juntas.



**Figura 6.** Formas de representación 3D. En orden de lectura: modelado de cajas, nurbs y modelado de curvas, fotogrametría, modelado procedimental, modelado de polígonos, escultura digital 3D, simulación y modelado booleano.

## SELECCIÓN DEL SOFTWARE

Para elegir el *software* con el que se va a desarrollar el proyecto se plantearon diferentes programas de 3D junto con sus características y herramientas. Para poder decidir qué *software* era el adecuado, se evaluaron aspectos esenciales para el modelado de los elementos pertenecientes al proyecto.

Nombre del <i>software</i>	Modelado paramétrico	Modelado poligonal	Escultura digital	Animación	Tipo de licencia	Render	Tipo de modelado principal
Cinema 4D	Si	Si	Si	Si	Software propietario	Si *	General
Blender	Si	Si	Si	Si	GPL	Si	General
Houdini	Si	Si	No	Si	Software propietario ***	Si *	Simulaciones
ZBrush	Si **	No	Si	Si	Software propietario	Si *	Escultura
Solidworks	Si	Si	No	Si	Software propietario ***	Si *	CAD

\*Se recomienda el uso de motores de render externos como Octane, Redshift o V-Ray.

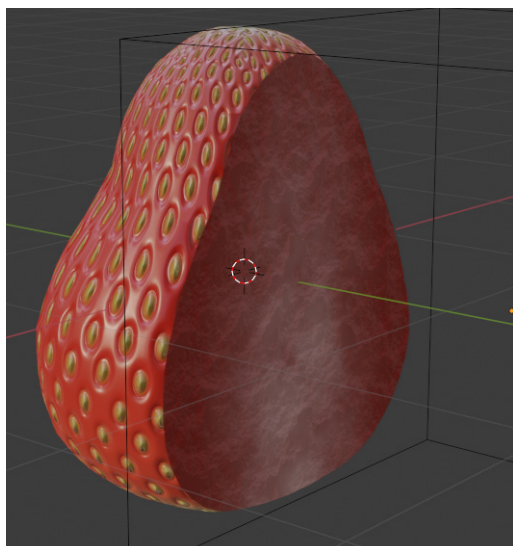
\*\*Necesario el uso de plugins para su correcto uso.

\*\*\*Versión gratuita (con restricciones) para estudiantes o aficionados.

Una vez evaluados los *software* propuestos se decidió usar Blender debido a varios factores. El primer factor a destacar sería su comunidad, ya que cuenta con muchos usuarios y gran parte de ellos comparten recursos. Es un programa en continuo desarrollo, por lo que cuenta con versiones muy recientes y un gran servicio técnico. Como ya se ha comentado en la tabla, cuenta con una Licencia Pública General (GPL), por lo que es perfecto para desarrollar este proyecto sin necesidad de adquirir un *software* de pago o con restricciones en la licencia.

Por último, y el que se considera el factor más importante, es la gran cantidad de herramientas de modelado con las que cuenta Blender, ya que al ser un *software* generalista, podemos modelar desde objetos CAD hasta esculpir diseños orgánicos; esta variedad de técnicas de modelado aportan al proyecto infinidad de oportunidades a la hora de modelar alimentos ya que se explorarán varias de las herramientas hasta encontrar la combinación óptima para un buen resultado.

## EXPLORACIÓN DEL SOFTWARE



**Figura 7.** Fresa con texturizado paramétrico y geometría con Modifiers.

Tras elegir el programa que se iba a emplear, se realizó una investigación sobre sus diferentes módulos y herramientas para ver qué posibilidades ofrecía este *software* y cuáles eran de utilidad para el propósito del proyecto. A continuación se explican brevemente algunas de sus herramientas y el grado de vinculación que pueden tener con el modelado de comida paramétrica.

Todas estas herramientas han sido testeadas antes de desarrollar la receta principal del proyecto, en el siguiente enlace se muestran la pruebas realizadas. (<https://drive.google.com/drive/folders/1leHT5MVq-2--WXeZljbnV21EeQeB7cQV?usp=sharing>)

A lo largo del proyecto se irán combinando diferentes técnicas (ver Figura 7) para poder conseguir un mejor acabado final sin que quede restringido por un uso limitado de herramientas.



**Geometry nodes:** Es un sistema que describe la forma de la geometría y cualquier dato adicional que se asigne a la superficie de un objeto (ver Figura 8). Se pueden ir añadiendo diferentes tipos de nodos para variar la geometría final. Es una herramienta con mucho potencial y en pleno desarrollo, apta para modelado paramétrico y geometrías complejas.

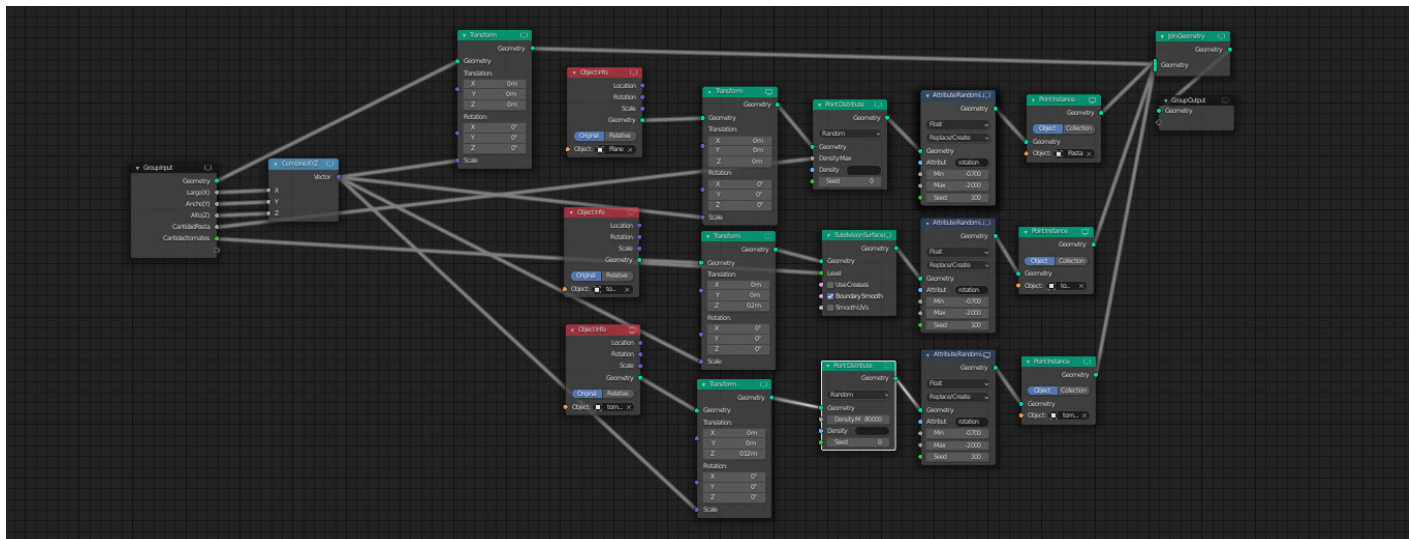


Figura 8. Árbol Geometry Nodes.

**Simulación de fluidos:** Herramienta empleada a la hora de simular fluidos como el agua, aceite, miel... El coste computacional de esta herramienta es alto y muchas veces no da un resultado realista debido a que esta herramienta necesita de mucho tiempo para obtener buenos resultados, cosa de la que no se dispone en este proyecto.

**Sistemas de partículas:** Esta herramienta permite reproducir un objeto a lo largo de una superficie o volumen estableciendo parámetros físicos. Útil para simular platos de pasta, arroces y demás recetas que cuenten con elementos repetitivos.

**Modifiers:** Son operaciones automáticas que afectan a la geometría del objeto de una forma no destructiva. Es muy útil a la hora de generar modelos paramétricos debido a que las modificaciones que se generan son no permanentes.

**Shapeshifting o morphing:** Consiste en transformar una geometría en otra partiendo del modelo original y final. Existe la posibilidad de generar estados intermedios, pero no se puede considerar como modelado paramétrico.

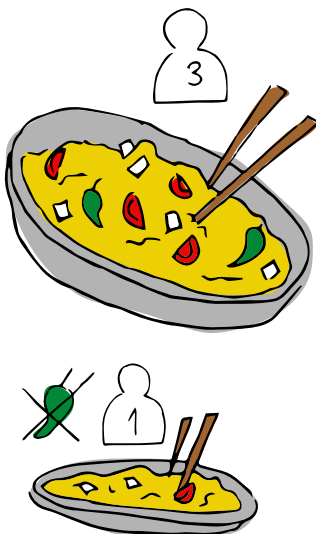
**Texturizado UV y paramétrico:** Para obtener un modelo 3D con aspecto realista se ha de hacer hincapié en las herramientas de texturizado. Mediante los mapas UV del objeto y gracias a fotos del objeto real podemos adaptar estas texturas a la geometría 3D. Si lo que se pretende es tener una textura que se adapte a la geometría variable del objeto se tendría que generar de forma paramétrica.

**Iluminación:** Blender cuenta con diferentes herramientas de iluminación, para poder conseguir una escena lo más profesional posible se han de tener en cuenta conceptos básicos de iluminación de producto y comida.

**Cámara:** Permite generar renders de los elementos que se encuentran en escena según los parámetros típicos de fotografía, lo que permite variarlos hasta conseguir la configuración de cámara adecuada. A la hora de renderizar se puede usar Eevee, el cual es un motor de render por rasterizado usado en videojuegos, o Cycles que es un *path tracer* que dota de más realismo a la imagen.

Tras la fase de investigación y teniendo en cuenta el objetivo de este proyecto, se plantearon los siguientes conceptos:

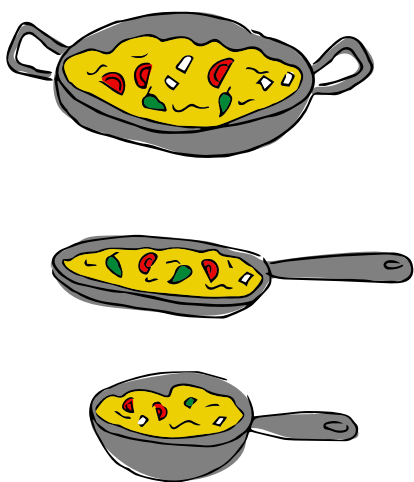
### Concepto 1: Adaptación de la receta al número de comensales y gustos individuales.



Este concepto consiste en generar modelos 3D que representen el acabado final del plato que se va a cocinar. La idea es que el usuario establezca ciertos parámetros, como por ejemplo la cantidad de comensales o sustitución de algún ingrediente. Una vez el usuario haya modificado la receta a su gusto, la imagen que muestra la apariencia final variará para que la visualización de la receta sea fiel a las necesidades del usuario.

Para este concepto se plantea la generación de modelos paramétricos en los que se puedan introducir datos de forma sencilla mediante una interfaz intuitiva. Esta interfaz podría ser la de una app o bien podría estar basada en Realidad Aumentada.

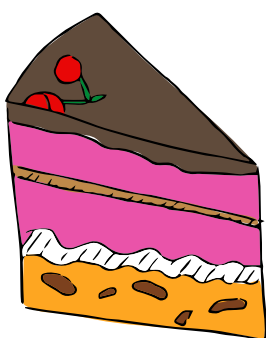
### Concepto 2: Adaptación de la receta al tamaño y forma de los recipientes de cocina.



Uno de los problemas observados en la fase de investigación fue que algunas recetas, como por ejemplo las paellas, variaban mucho según el recipiente en el que se cocinaba. Por eso este concepto trata de adaptar las recetas a las sartenes, cazos y ollas de los que el usuario dispone en su cocina.

Para poder realizar este concepto se propone que el usuario debería introducir datos tales como diámetro, altura y material del recipiente, o bien escanearlo, para así poder generar un modelo de forma automática que respondiese a estas especificaciones. Cuando eligiese una receta, podría seleccionar entre los recipientes de los que dispone y así la receta se adaptaría.

### Concepto 3: Visualización en detalle o del interior del plato a cocinar.



En ocasiones, hay recetas cuya dificultad se encuentra en la disposición de sus elementos. Por eso se propone este concepto en el que el usuario sería capaz de visualizar el interior del plato que quiere cocinar.

Este concepto sería de utilidad para platos como la lasaña, canelones o tartas; es decir, aquellas recetas en las que los ingredientes se encuentran por capas y estas quedan ocultas por una cobertura.

## CONCEPTO SELECCIONADO

Estos conceptos fueron propuestos a BSH para ver cuál les generaba más interés. Todos les parecieron buena idea pero mostraron más interés por el concepto número 1 ya que pensaban que podría tener una mejor incorporación dentro de la plataforma Kitchen Stories, página de recetas con la que trabajan.

Para seleccionar el concepto se realizó una tabla de ponderación para evaluar cada uno teniendo en cuenta diferentes atributos y el valor que suponía cada uno. A cada concepto se le debía asignar un valor del 1 al 3 en cada uno de los campos, siendo el 3 la puntuación más alta. Para poder visualizarlo de una forma más rápida, cada número corresponde a un color (1-rojo, 2-amarillo y 3-verde).

En esta tabla se muestra la puntuación que se le ha asignado a cada concepto en cada uno de los atributos. Esta puntuación ha sido asignada teniendo en cuenta los intereses de BSH pero también valorando el potencial de cada una de las ideas.

Concepto	Necesario x3	Tendencia x1	Factible x1	Interés BSH x2	Valor
Concepto 1: Adaptación de la receta al número de comensales y gustos individuales.	3	3	2	3	20
Concepto 2: Adaptación de la receta al tamaño y forma de los recipientes de cocina.	2	3	3	2	16
Concepto 3: Visualización en detalle o del interior del plato a cocinar.	1	2	2	1	9

Como se puede observar en la tabla, el concepto con mayor puntuación es el primero (ver Figura 9), por lo tanto es el que se va a desarrollar en la siguiente fase.

Pese a que los otros dos conceptos no han sido seleccionados esto no significa que no se puedan desarrollar en un futuro o que no se puedan integrar en este sistema de visualización. Pero debido al tiempo limitado del que se dispone para la realización de este TFM se ha decidido desarrollar únicamente el concepto con mayor valoración.

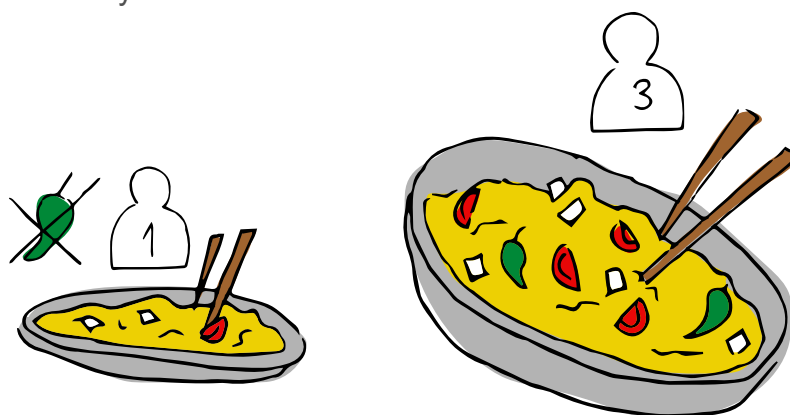


Figura 9. Concepto seleccionado.

## PROPUESTA DE RECETAS

Una vez elegido el concepto a desarrollar, se seleccionaron recetas que sirviesen para mostrar todas las posibilidades que ofrece este nuevo sistema de visualización. Para la obtención de estos platos se acudió a la web de Kitchen Stories ([www.kitchenstories.com](http://www.kitchenstories.com)) ya que BSH colabora con esta plataforma. Además así se aseguró que todas las recetas siguiesen una misma organización y estética.

Este proyecto se centra en obtener un resultado similar al emplatado final, por lo que no es necesario modelar e integrar todos los ingredientes originales de la receta. Por tanto, se representarán únicamente los elementos visibles.



### Easy chicken udon soup

Esta receta tiene como ingrediente principal fideos japoneses, acompañados por trozos de pollo, cebolleta y setas shiitake. Todos los ingredientes se colocan en un bol con un caldo de pollo y soja.



### Pasta with arugula pesto, oven tomatoes, and shrimp

Para este plato se necesitan *spaghetti* con salsa de pesto verde, tomates cherry cocinados, gambas y hojas de albahaca. Por último se añade queso parmesano rallado para terminar de emplatar.



### Potato soup with fried porcini mushrooms

Sopa de patata acompañada por boletus, pequeñas ramas romero, piñones, chalota, ajo y un chorro de aceite



### Radicchio risotto

*Risotto* de *radicchio*, vegetal italiano similar a la col lombarda pero con más amargor. Acompañado de cebolla y queso parmesano.



### Green risotto with dandelion pesto

*Risotto* con pesto de dientes de león, piñones y zumo de lima.



## RECETA SELECCIONADA

La receta seleccionada es el *Risotto de radicchio* (ver Figura 10). Se seleccionó esta receta debido a la variedad geométrica y de texturas que hay entre sus ingredientes y las posibilidades de modelado que ofrece cada uno. Además de la receta en si se tratará de replicar el entorno para poder obtener un modelo paramétrico lo más similar posible a la imagen original.

Para saber qué elementos hay que modelar en 3D se realizó un análisis en el que se planteaban los diferentes elementos y las herramientas que posiblemente se emplearían para generarlos. Por lo general se va a emplear un modelado básico a partir de primitivas, además se añadirán *Modifiers* hasta dar con la forma final.

A la hora de combinar todos los elementos se emplearán *Geometry Nodes*, tanto para ubicar los elementos como para poder establecer los valores paramétricos. Para los materiales de los objetos e ingredientes se trabajará con texturas paramétricas que no dependan de mapas UV, así cuando un valor de los *Geometry Nodes* cambie la textura se adaptará adecuadamente a esta modificación.

Por último se planteará un escenario similar al de la foto en cuanto a disposición de los elementos, iluminación y encuadre. Al tratarse de elementos paramétricos, se podrán ir variando los ingredientes y objetos para aproximarse lo mejor posible al resultado final deseado.



Figura 10. Receta seleccionada y elementos.

Tras seleccionar el concepto y la receta, se procede a la generación de los modelos paramétricos. Para poder realizar el plato seleccionado se hizo una búsqueda de proyectos similares realizados en Blender para ver que metodología se había empleado en proyectos similares.

En este caso se tomó como referencia principal el vídeo Parametric Food Serving with *Geometry Nodes* (ver Figura 11) de Sakura RTD (<https://www.youtube.com/watch?v=0nknRKBzmWY&list=PLLDTDaE4-AHFjYg-7xxLUZ9GB7JQ1SHKV&index=54>). Pese a que este vídeo explica el proceso de uso de los *Geometry Nodes* para el modelado de una receta, hay muchos aspectos que no se detallan en el vídeo y que se han tenido que investigar mediante otros recursos.



Figura 11. Render de Sakura RTD.

Gracias a que Blender es un programa con una comunidad muy activa se pudo encontrar mucha información sobre técnicas y herramientas que pudiesen completar y ayudar al desarrollo del proyecto; por eso se generó una lista de Youtube (<https://youtube.com/playlist?list=PLLDTDaE4-AHFjYg-7xxLUZ9GB7JQ1SHKV>) en la que poder almacenar todos los recursos que pudiesen ser de utilidad a la hora de generar este nuevo sistema de visualización.

Debido a que este modelo tenía que responder a varias especificaciones de flexibilidad y homogeneidad entre los elementos, se tomó la decisión de modelar desde cero todos los elementos, así como generar texturas y materiales propios; elaborar un entorno con iluminación, cámara y decorado hecho expresamente para este proyecto. Por lo tanto, todos los elementos pertenecientes a este proyecto son de elaboración propia.

Para realizar el modelo paramétrico general se ha seguido una misma metodología en todos sus elementos:

En primer lugar se realiza un modelado mediante *Modifiers* partiendo de una geometría primitiva, se le asigna un material y se ubica en el modelo mediante los *Geometry Nodes*; una vez ubicado se ilumina, captura y renderiza.

A continuación se explicará más en detalle cada uno de los pasos necesarios para elaborar el modelo final. Pese a que en esta memoria se muestran principalmente los resultados finales, se ha habilitado una carpeta en Drive para poder acceder a capturas y renders del proceso (<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1SNv1k3xMjeM6Wm3rMUinlfHmwyETIUxk>)

## MODELADO

El proceso de modelado se realizó de una forma muy similar para todos los elementos, ya que se ha empleado el modelado por *Modifiers* partiendo de objetos primitivos sencillos (cubo/plano/círculo). El proceso consiste en la deformación de este objeto primario mediante operaciones no destructivas en las que se pueden variar los parámetros.

Se decidió emplear este sistema de modelado debido a las posibilidades paramétricas que ofrecía. Otra opción hubiese sido modelar los elementos con un aspecto más realista mediante herramientas de escultura o modelado de polígonos, pero se habría prescindido de la flexibilidad que ofrecen los modelos paramétricos.

Los elementos que se han modelado mediante esta técnica son:

**Ingredientes:** *Radicchio* 1, *Radicchio* 2, Arroz 1, Arroz 2, Parmesano 1 y Parmesano 2.

**Volúmenes:** Volumen Arroz y Volumen Toppings.

**Escena:** Plato, Mantel y Plato Decoración.

Cada una de las modificaciones del objeto primario corresponde a un *Modifier* (ver Figura 12).

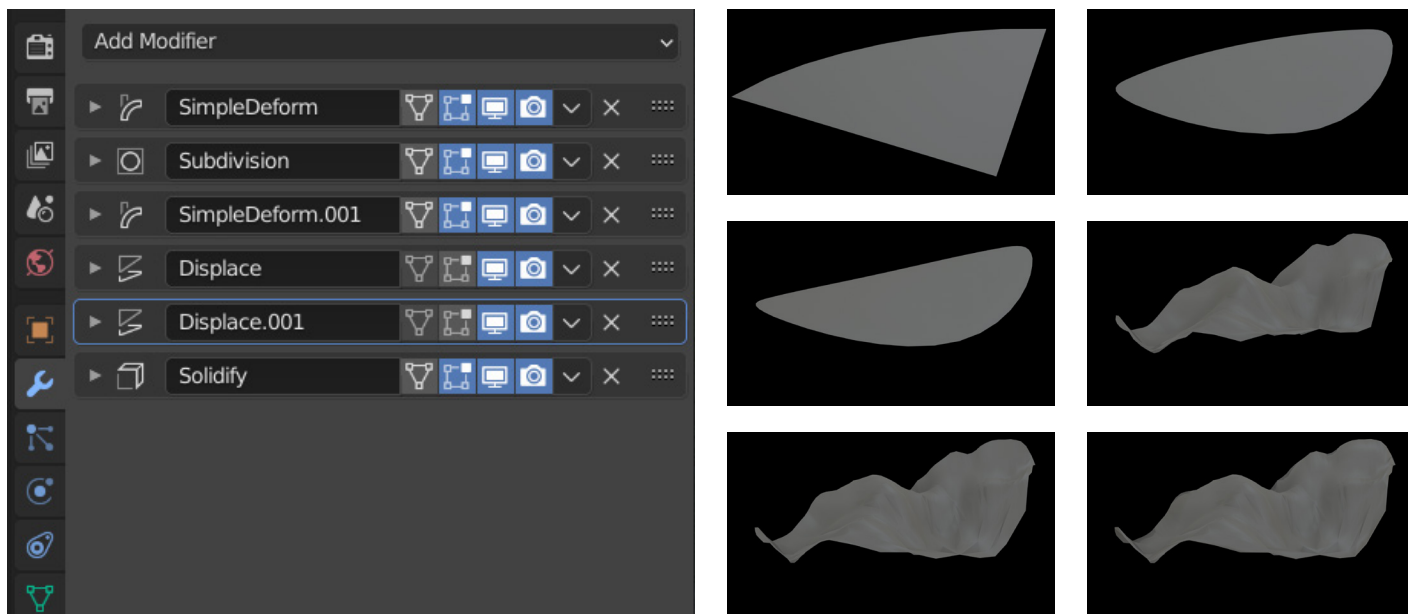


Figura 12. Modifiers y evolución de la forma del Radicchio 1.

## MATERIALES

Para asignarle un material a los elementos se decidió generar estos materiales mediante nodos, ya que con esta técnica se pueden obtener texturas paramétricas (ver Figura 13) que respondan a la flexibilidad de los modelos. Hay una gran variedad de tipos de nodos, los cuales se han empleado según las exigencias de cada material.

En la carpeta de Drive llamada *Materiales* se muestran tanto mapas UV como nodos de cada uno de los elementos modelados.

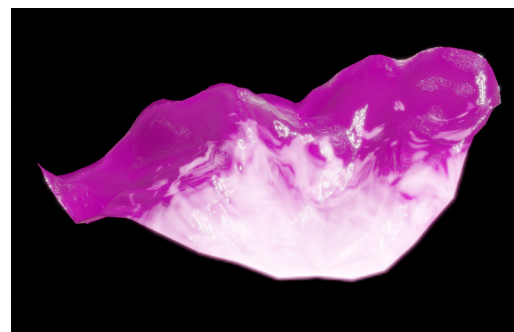


Figura 13. Material Radicchio 1.



Una vez se han modelado y texturizado los modelos, se procede a su ubicación mediante los *Geometry Nodes*. Este sistema funciona como un *Modifier* que se aplica al modelo del plato, tomando este elemento como geometría base sobre la que realizar las operaciones.

Posteriormente se generan y vinculan los nodos. En el caso de esta escena, generalmente se trata de un volumen en el que se reproducen partículas en las que se ubican los ingredientes que se han modelado anteriormente.

Para cada uno de los elementos que se tienen que ubicar se genera un árbol de nodos al que se le vinculan las variables generadas. Estas variables aparecen tanto en el árbol general como en el apartado de *Modifiers*. Los parámetros (ver Figura 14) tienen una entrada de datos numérica, por lo que para variar la cantidad o distribución de los ingredientes únicamente hay que cambiar el valor numérico del parámetro deseado.

Inicialmente se planteó un sistema de nodos simplificado, pero el resultado obtenido no fue todo lo óptimo que se esperaba, por lo que se tendió a desarrollar los nodos hasta obtener un plato (ver Figura 15) con un aspecto más similar al de la imagen de la receta de Kitchen Stories.

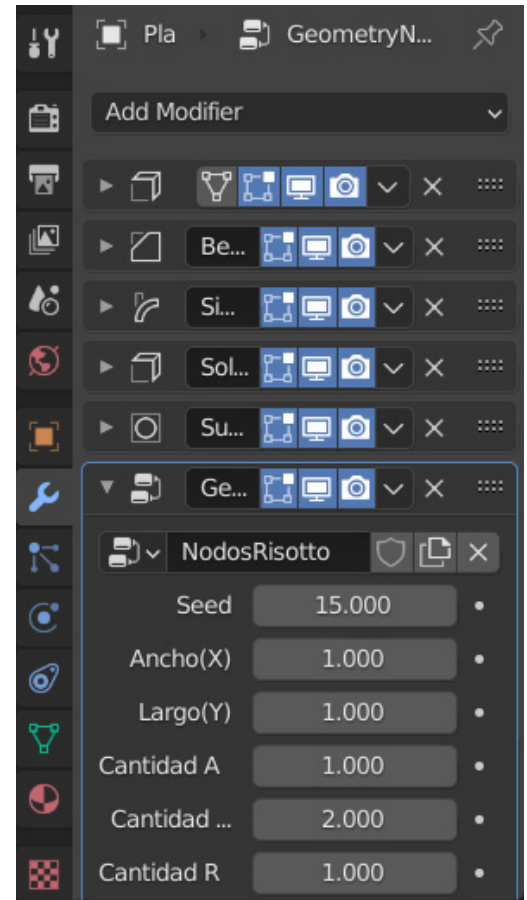


Figura 14. Parámetros.

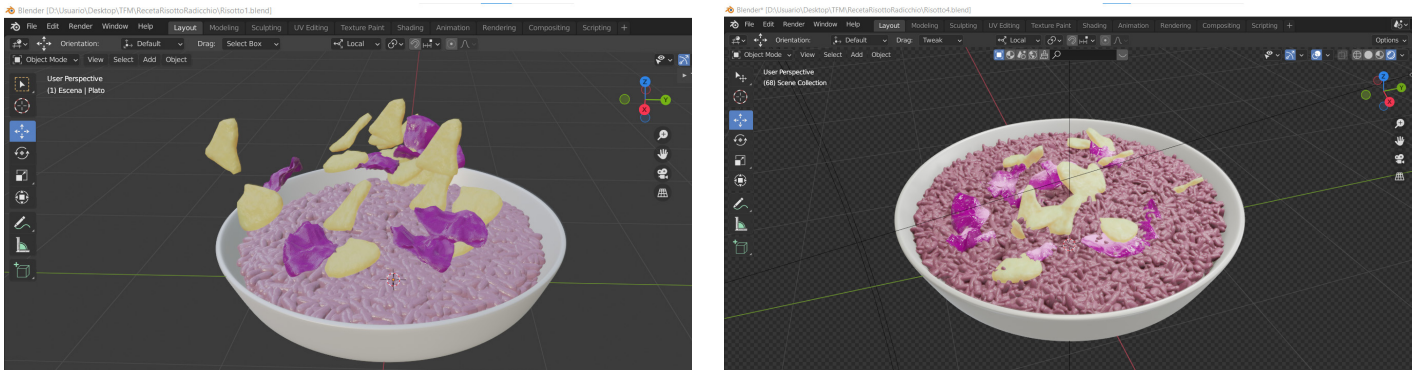


Figura 15. Izquierda: Punto de partida. Derecha: Modelo final.

Los *Geometry Nodes* que se han empleado para esta escena tratan de ubicar los granos de arroz dentro del plato y el *radicchio* y el parmesano en la parte superior. Los parámetros están vinculados entre sí para que se adapten de forma flexible. Por ejemplo, si se disminuye la cantidad de arroz, la altura del plato se adapta y se hace más llano; en cambio, si se escala el tamaño del plato en el eje x, la cantidad de arroz aumenta, así como la de parmesano y *radicchio*.

En el enlace (<https://drive.google.com/drive/folders/1zNtUVrvI9NijpRpCnvWNDHtKuKSzhKBu?usp=sharing>) se muestran los *Geometry Nodes* en detalle, así como algunas variaciones de los parámetros.

## ILUMINACIÓN

La iluminación consta de 3 puntos de luz, uno que actúa como luz global, otro que ejerce de luz principal y el último que hace de contra para dejar toda la escena iluminada. La escena se ha iluminado teniendo en cuenta la iluminación directa que tiene la imagen original.

Además de la iluminación se ha empleado una imagen HDR para aportarle a la escena un entorno sobre el que basar reflejos (ver Figura 16).

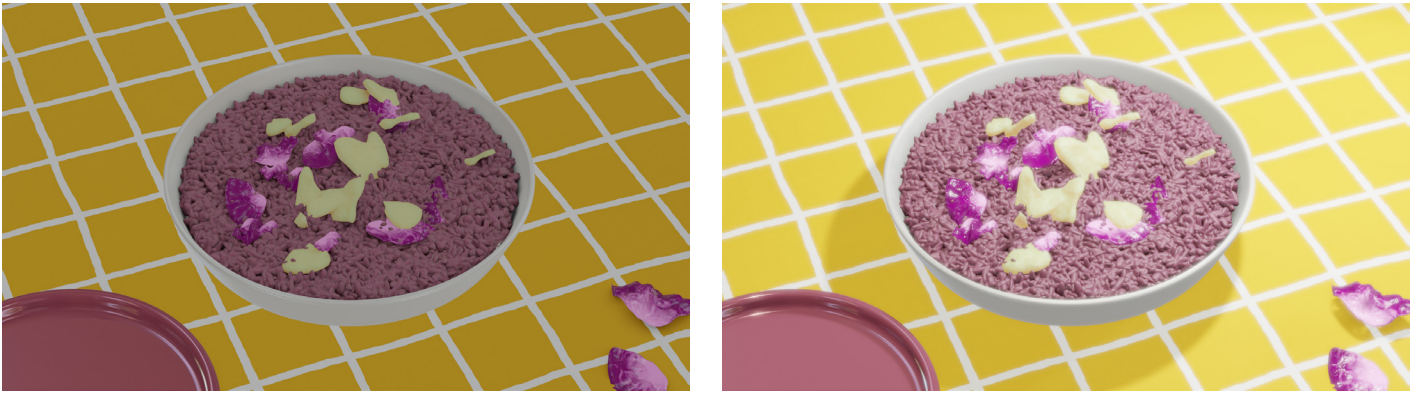


Figura 16. Izquierda: Iluminación por defecto. Derecha: Escena con iluminación propia.

## CÁMARA

Para conseguir un encuadre similar al de la imagen original se posicionó la cámara hasta hallar la posición correcta. También se trataron aspectos como la longitud focal, profundidad de campo y demás parámetros relacionados con la cámara.

## RENDER

A la hora de renderizar se tomó la decisión de hacerlo mediante Eevee y no Cycles debido a que la primera opción es mucho más rápida ya que es un motor de render que funciona con rasterizado, en cambio Cycles es un *path tracer*. Además de renderizar las imágenes se realizó un pequeño vídeo en el que se muestran las diferentes transformaciones del plato conforme se varían sus parámetros.

En el siguiente enlace se pueden ver los renders de prueba que se han generado a lo largo del proyecto, así como los renders finales (ver Figura 17) y animaciones:

[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1qYc1E8\\_tZCfVvG7hHljMBG5ywKdkakOW](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1qYc1E8_tZCfVvG7hHljMBG5ywKdkakOW)



Figura 17. Izquierda: Render plato para 2 comensales. Derecha: Render bandeja para 4 comensales.

Una de las necesidades que demandaron los usuarios entrevistados fue la de poder variar los ingredientes. Por eso se plantearon más ingredientes de los que se contemplaban en la receta original, ofreciéndole así a los usuarios la posibilidad de cambiar los ingredientes que no le gustasen o a los que tuviese algún tipo de alergia o intolerancia.

Los ingredientes que se añadieron fueron champiñones y perejil, ya que son dos ingredientes que se suelen emplear a la hora de cocinar *risottos*. Para poder incorporarlos en el modelo 3D hubo que seguir el mismo proceso similar al que se había realizado anteriormente.

En este caso el modelado se realizó mediante polígonos y no *Modifiers*, ya que la forma del champiñón requería de más detalle. En el caso del perejil se tomó una imagen con canal alpha y se subdividió para así poder mover los puntos para generar volumen y que no se visualizase como un plano.

Para el material del champiñón se optó por trabajar con la técnica *Texture Painting*, la cual consiste en proyectar la textura de una imagen en el mapa UV del objeto 3D al que se le quiere aportar un material.

La incorporación de los champiñones y el perejil al plato se realizó mediante *Geometry Nodes*, al igual que con los anteriores ingredientes. Además de estos ingredientes se generó un mantel con un estampado y color distinto que acompañase al emplatado de la nueva receta (ver Figura 18).



**Figura 18.** Render setas, perejil y mantel.

Las variaciones que se han generado mediante el modelo paramétrico permite variar tanto ingredientes como decoración (ver Figura 19).



**Figura 19.** Renders con variaciones en ingredientes y escenario.



## DISEÑO DE LA INTERFAZ

Una vez se dio por finalizado el modelo 3D se diseñó una interfaz similar a la de Kitchen Stories para plantear esta nueva forma de visualización. Se mantuvo la estética y organización de la app original pero dotándole de nuevos elementos que permitiesen acceder a las opciones que ofrece este nuevo sistema. Estos elementos le permiten al usuario sustituir ingredientes, establecer el número de comensales, variar la cantidad de los ingredientes y proponer alternativas al emplatado original.

Los iconos fueron en su mayoría descargados de un repositorio de iconos (<https://remixicon.com/>) y otros fueron diseñados porque no fueron posibles de encontrar.

Su uso es muy sencillo e intuitivo ya que los parámetros variables aparecen de una forma que el usuario es capaz de entender sin necesidad de interaccionar con el modelo 3D. Conforme el usuario va cambiando los parámetros la imagen cambia y se adapta a la nueva configuración, permitiendo así una visualización en tiempo real sobre cómo sería el plato que va a cocinar el usuario.

Todas las pantallas que se prototiparon se pueden consultar en el siguiente enlace:

[https://drive.google.com/drive/u/1/folders/16K8V\\_rMqI0C0ImMuT8huQYErIMDH9Iqge](https://drive.google.com/drive/u/1/folders/16K8V_rMqI0C0ImMuT8huQYErIMDH9Iqge)

El prototipo se centra en la pantalla de la receta, dejando de lado el buscador o recomendaciones. En esta pantalla se le ofrece al usuario la posibilidad de modificar la receta a su gusto, variando la cantidad de comensales, sustituyendo ingredientes o modificando el emplatado.

Las pantallas más destacables se muestran a continuación (ver Figura 20):

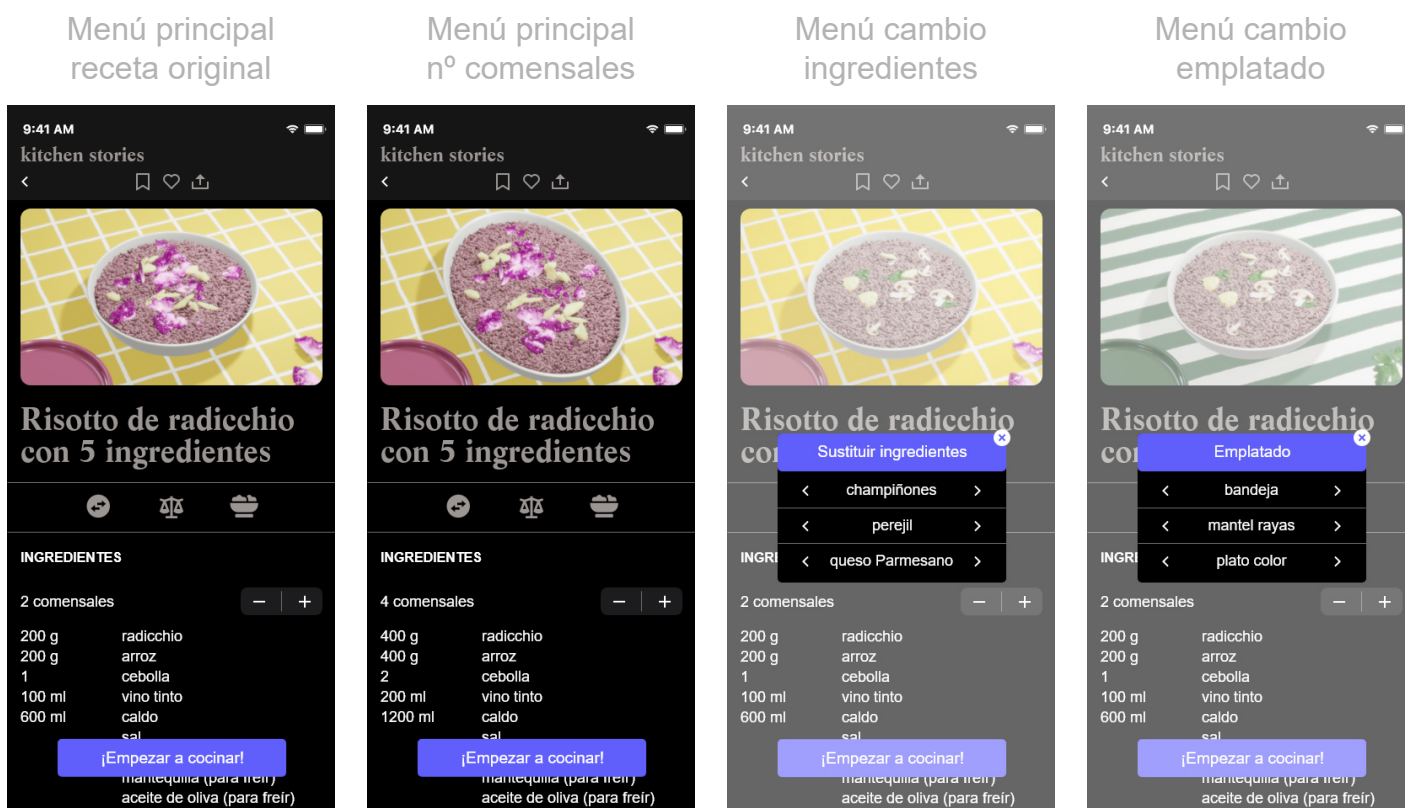


Figura 20. Pantallas principales del prototipo.



El objetivo de este test de usuario es verificar si esta nueva forma de visualización corresponde a las necesidades que han planteado los usuarios en la Fase 1. Además se pretende establecer el grado de interés que genera este sistema de representación.

Para este test de usuario se establecieron 4 perfiles de usuarios distintos para que evaluaran el prototipo. Estos perfiles debían tener capacidad para cocinar de forma autónoma. Lo que se buscaba en estos usuarios era que el grado de familiarización con el uso de apps para el cocinado fuese distinto. Además se intentó que variase la frecuencia con la que los usuarios cocinaban. Por lo tanto, los perfiles de usuario fueron:

- Persona poco experimentada en el uso de apps para el cocinado de recetas y que cocina entre 3 y 5 días a la semana.
- Persona poco experimentada en el uso de apps para el cocinado de recetas y que cocina más de 5 días a la semana.
- Persona experimentada en el uso de apps para el cocinado de recetas y que cocina entre 3 y 5 días a la semana.
- Persona experimentada en el uso de apps para el cocinado de recetas y que cocina más de 5 días a la semana.

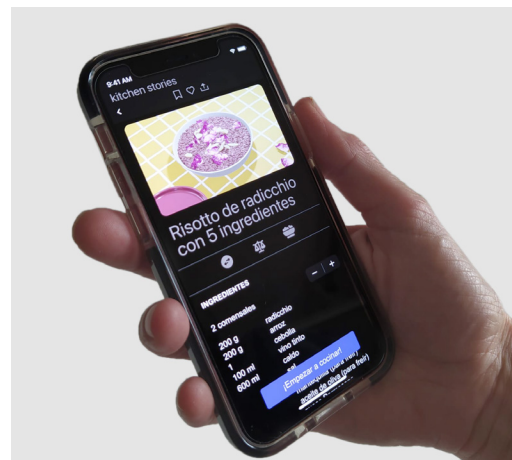


Figura 21. Usuario realizando el test en el prototipo de Adobe XD.

Este test se realizó en el entorno del hogar, concretamente en la cocina. No se necesitó ningún elemento además del teléfono móvil en el que se mostró la app (ver Figura 21). Los test se realizaron de forma individual e independiente, ya que los usuarios debían ser completamente neutros a la hora de realizar el test. Las tareas a realizar fueron:

- Has decidido cocinar la receta del *Risotto* de *radicchio* para ti y 2 amigos, pero de repente se ha unido a última hora otro amigo, así que seréis 4 para comer. ¿Qué cantidad de arroz necesitas echar para realizar la receta?
- Parece que a uno de tus amigos no le gusta el *radicchio* así que tendrás que cambiarlo por otro ingrediente. ¿Qué ingredientes alternativos te ofrece la app?
- Cuando vas a cocinar la receta te das cuenta de que no tienes la cantidad de caldo necesaria así que decides variar las cantidades en la receta. ¿Es posible cocinar esta receta variando la cantidad de caldo?

Además de las tareas se plantearon varias preguntas sobre alguna de las opciones específicas de la app, para así poder determinar cómo de necesarias la consideraban los usuarios que eran dichas opciones:

- Busca la opción de personalización de la escena. ¿Crees que es útil poder modificar el entorno y variar el emplatado?
- Modifica el número de comensales. ¿Crees que cambiar la forma del recipiente es beneficioso para entender la cantidad de comensales?

## ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTA DE MEJORAS

Al realizar el test se observaron las conductas y respuestas de los usuarios. Por lo general todos los usuarios resultaron satisfechos con la aplicación y cumplieron las tareas sin ningún tipo de problema. Pese a esto, a continuación se muestran algunas de las carencias de este primer prototipo:

**Iconografía confusa:** Uno de los usuarios comentó que el icono del peso no le recordaba a una báscula, por lo que se podría hacer una evaluación a más usuarios para ver cuál es el icono que mejor representa a la opción de cambiar pesos. En el caso de la opción de emplatado sucedió lo mismo pero con dos usuarios.

**Opción de emplatado innecesaria:** Dos de los usuarios consideraron que la opción de emplatado no era necesaria, de hecho uno de ellos propuso eliminar el mantel en todas las versiones y dejar un fondo blanco. Así que se va a plantear un render con fondo blanco para visualizarlo de este modo.

**Alerta de cantidades confusa:** A uno de los usuarios pensó que al salir la alerta de cambio de cantidades ya no podía cocinar este plato. Para solucionar esto se puede redactar el texto de forma que quede claro que el cambio de cantidades va a alterar el resultado pero que no impide que se cocine la receta.

Por lo demás los usuarios quedaron muy satisfechos con la nueva forma de visualización, destacando que era muy útil para saber cómo iba a ser el resultado del plato si cambiabas los ingredientes o variaba el número de comensales. Además, uno de los usuarios propuso poder enviar la receta mediante el botón de compartir y poder hacer un plato colaborativo con el resto de los comensales, permitiéndoles así variar los ingredientes sin que se tuviese que encargar al cocinero de preguntar individualmente a los demás.

## IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

Una de las posibles mejoras es el cambio de iconos, por lo que se proponen a continuación varias posibilidades para cada uno de los iconos en los que los usuarios no llegaron a entender su significado de forma clara. Para el futuro desarrollo de la aplicación se realizará una encuesta a usuarios para establecer cuál es el más adecuado para cada uno de los botones.

### Cambiar cantidad de ingredientes



### Sustituir ingredientes



Por otro lado, para solucionar el entendimiento de la alerta se planteó el mensaje con una nueva redacción (ver Figura 22).

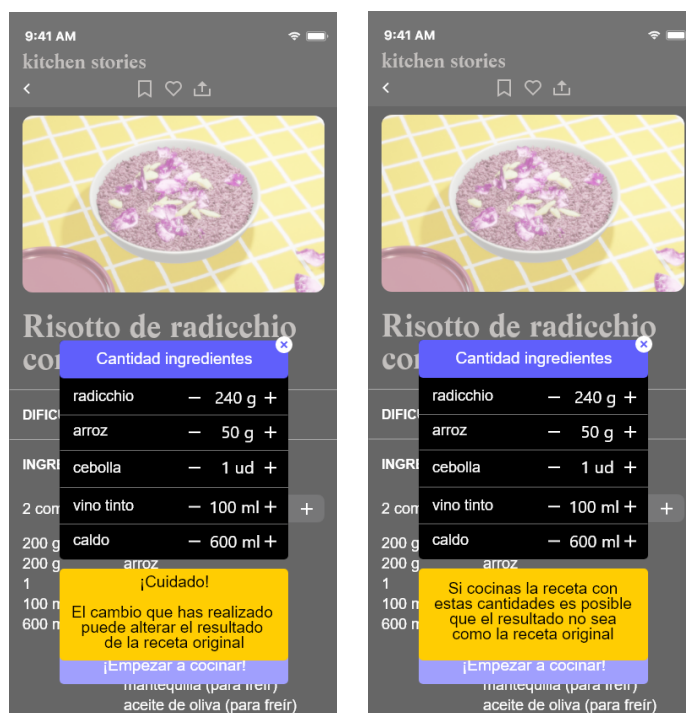


Figura 22. Izquierda: Pantalla alerta original.  
Derecha: Pantalla alerta mejora.

Por último, se propone la imagen con el fondo blanco, mostrando únicamente el plato (ver Figura 23). Se plantea esta posibilidad dentro de las opciones de emplatado, permitiéndoles así a los usuarios poder elegir si prefieren visualizar la receta en un entorno o con fondo blanco.



**Figura 23.** Plato con fondo blanco

Pese a que se ha planteado la visualización mediante una app ésta no sería su única forma de representación ya que, en un futuro, tecnologías como la Realidad Aumentada formarán parte de nuestro día a día, tal y como se mostraba en la Fase 1 en las tendencias actuales. Por eso se plantea la visualización mediante Realidad Aumentada, permitiendo así que el usuario pueda ver la receta que él mismo a modificado y que va a preparar en su cocina (ver Figura 24).



**Figura 24.** Versión en Realidad Aumentada



## CONCLUSIONES

La motivación por la que surge este proyecto es la de poder mejorar la experiencia del usuario en el entorno de la cocina. Esta mejora se enfoca en este proyecto desde la perspectiva de representación de recetas, por ello se ha planteado este nuevo sistema que responde a las necesidades de los usuarios.

En este TFM se ha podido desarrollar un sistema de visualización de recetas que responde a las necesidades de cada individuo, permitiéndole así visualizar la apariencia final del plato según los parámetros que él mismo determina. Tras la fase de investigación y la posterior fase de test de usuario, se comprobó que este sistema tiene futuro, ya que tanto las tendencias actuales del mercado como las necesidades de los usuarios lo demandan.

El objetivo principal de este trabajo era estudiar nuevas formas de visualización de recetas, generando modelos tridimensionales interactivos, propiciando así una experiencia adaptada a las necesidades del individuo. Este objetivo queda cumplido ya que, el sistema de visualización que se ha diseñado cumple con las especificaciones planteadas al principio del proyecto puesto que se ha generado un modelo con el que los usuarios pueden interactuar y establecer sus preferencias.

Este proyecto es de interés porque supone una mejora en la experiencia de usuario a la hora de cocinar una receta pautada ya que le permite personalizarla según sus necesidades. Al ser un trabajo que se plantea dentro del marco de la cocina del futuro se entiende que su aplicación al mercado no sería inmediata sino que necesitará de la mejora e incorporación de otras disciplinas para completar esta tecnología.

Gracias a las personas que han participado tanto en las entrevistas como en los test de usuario, se ha podido desarrollar el proyecto teniendo en cuenta sus opiniones. En la fase de propuesta de mejoras se plantean posibles cambios que serán testeados para el futuro desarrollo del sistema.

Al ser un trabajo que pretende servir como ejemplo para futuros proyectos del estilo, se ha planteado de tal forma que se pueda seguir una metodología similar si lo que se pretende es obtener un modelo 3D con unas características paramétricas similares a las de este proyecto. Por ello se ha habilitado una carpeta de Google Drive (<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1BldmqgCkCzuGkybweN1rUmYiOrF8AIUA>) mediante la cual se puede acceder a todos los archivos necesarios para el entendimiento y reproducción tanto del modelo paramétrico como de la aplicación.

Además de este proyecto se están desarrollando otros relacionados con la percepción que tienen los usuarios sobre las imágenes generadas por ordenador, formas de visualización en Realidad Virtual, integración de Inteligencia Artificial en el entorno de la cocina, etc. Todo esto en colaboración con BSH, por lo que el proyecto seguirá desarrollándose e incorporando nuevas mejoras.

Gracias a la buena planificación que se realizó antes de comenzar el proyecto se han podido cumplir los plazos establecidos, pudiendo entregar resultados en las fechas indicadas y consiguiendo así una buena comunicación tanto con los supervisores del proyecto como con la empresa colaboradora.

Destacar otra vez que se trata de un primer paso en lo que posiblemente sea una línea de investigación y por lo tanto pretende servir como referencia en caso de que se vayan a realizar proyectos similares; teniendo siempre en cuenta que se trata de un primer acercamiento a lo que en un futuro será un sistema de visualización mucho más completo y mejorado.

A nivel personal, considero que este TFM ha supuesto una muy buena experiencia, ya que se trata de un proyecto real, con el respaldo de una gran empresa como es BSH. El poder trabajar con ellos ha dotado de profesionalidad al proyecto y me ha hecho considerar aspectos que son de relevancia en el mundo laboral. Por ejemplo, he aprendido a valorar el tiempo y cantidad de reuniones, el saber trabajar en un equipo profesional e interdisciplinar...

El haber realizado este proyecto en situación de pandemia no ha supuesto ningún impedimento, pero si que es verdad que si lo hubiese podido realizar de forma presencial en el Graphics and Imaging Lab creo que la experiencia hubiese sido más enriquecedora. El hecho de haber realizado el TFM mediante teletrabajo ha sido muy cómodo porque he evitado desplazamientos, pero espero que el futuro desarrollo del proyecto se pueda realizar de forma presencial para así poder estar con mis compañeros del grupo de investigación.

En este proyecto se me ha dado la libertad suficiente como para poder generar conceptos innovadores, tanto por parte de la empresa como por parte del director. Además, gracias a sus opiniones y consejos considero que se ha logrado un buen resultado y se ha cumplido el objetivo que se planteó al principio del proyecto.

Como durante la fase de investigación me fue de gran utilidad ver proyectos similares, he considerado que compartir los recursos podría ser de interés para personas que se encuentren en una situación similar a la que yo tenía al comenzar el proyecto.

En este proyecto he podido aplicar conocimientos que he obtenido tanto en la carrera como en el máster, y gracias a ellos el contenido ha obtenido más robustez. Por otro lado también he tenido que aprender herramientas que no conocía y que actualmente sé usar con soltura. Esto me ha hecho darme cuenta de que lo importante no es la herramienta si no la metodología, y por eso, pese a haber empleado programas que eran nuevos para mi, tras un periodo de adaptación a la interfaz y una fase de investigación, he sido capaz de adaptar conocimientos previos a esta nueva herramienta.

Además de ser mi TFM, este proyecto me ha servido para darme cuenta de que lo que realmente me gusta es investigar y proponer ideas innovadoras. Por lo que conforme iba desarrollando este trabajo me sentía cada vez más motivada para realizar el Doctorado.

Ha sido una experiencia muy enriquecedora y con la que me siento muy satisfecha. Como en todos los proyectos, una vez lo terminas y revisas todo el trabajo realizado, te das cuenta de que hay cosas que plantearías de otra forma, pero eso no es problema, ya que como se va a seguir con este proyecto a largo plazo, hay tiempo de sobra para aplicar lo aprendido durante este TFM.

Por último me gustaría agradecer a todas las personas que han estado involucradas en este proyecto; ya sea participando como usuarios, realizando un seguimiento, dirigiéndolo o aportando ideas.

## BIBLIOGRAFÍA

Gorini, A., Griez, E., Petrova, A., & Riva, G. (2010). Assessment of the emotional responses produced by exposure to real food, virtual food and photographs of food in patients affected by eating disorders. *Annals of General Psychiatry*.

Houston, B. (5 de Febrero de 2020). Threekit. Obtenido de <https://www.threekit.com/blog/virtual-photography-the-future-of-ecommerce-product-images>

Lewis, T. (2018). Digital food: from paddock to platform. *Communication Research and Practice*.

Michel, É., & Boubekur, T. (2021). DAG Amendment for Inverse Control of Parametric Shapes. SIGGRAPH 2021.

OpenAI. (s.f.). DALL·E. Obtenido de <https://openai.com/blog/dall-e/>

Selin, E. (s.f.). Artistic Render. Obtenido de <https://artisticrender.com/10-different-types-of-3d-modeling-techniques/>

Unga, C.-Y., Menozzia, M., Hartmannb, C., & Siegristb, M. (2018). Innovations in consumer research: The virtual food buffet. *Food Quality and Preference*.

